

03.78.18

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

GERENCIA DE PROCESOS QUIMICOS

Departamento de Química

COMPARACION DE CARBONES ACTIVADOS PARA ELIMINAR MATERIA
ORGANICA EN AGUA.

Por: Cristina A. Delfino y Enrique A. Rojo.

1978

COMPARACIÓN DE CARBONES ACTIVADOS PARA ELIMINAR MATERIA ORGANICA
EN AGUA.

Por: Cristina A. Delfino y Enrique A. Rojo.

RESUMEN

Se ha realizado la evaluación de siete diferentes carbones activados producidos en el país, en lo referente a su capacidad de adsorción de materia orgánica. Con uno de ellos se ha estudiado el efecto producido al combinar este tratamiento con el de coagulación.

A partir de las isotermas de adsorción realizadas, se calculan las cantidades de carbón activado necesario para lograr reducir la materia orgánica a varios niveles.

INDICE

	página
1.- INTRODUCCION	1
2.- PARTE EXPERIMENTAL.	2
2.1) Materiales	2
2.2) Métodos de determinación de materia orgánica	2
2.3) Isotermas de adsorción	2
3.- MODELO DE ADSORCION	3
4.- RESULTADOS	4
5.- CONCLUSIONES	5
TABLAS I al III	6-8
FIGURAS 1-2	9-10

1.- INTRODUCCION.

En varios informes anteriores hemos mencionado la influencia de la materia orgánica en la formación de espuma en plantas productoras de agua pesada por el método GS, y la eventual necesidad de reducir su concentración o llegar a su eliminación total. Entre los procesos empleados con este fin uno de los más populares es el empleo de carbón activado. Este procedimiento puede realizarse en dos formas; haciendo pasar el agua en forma continua por columnas de carbón activado en granos o agregándolo al agua en forma de polvo antes de la coagulación. En ambos casos la duración del carbón o la dosis a usarse depende de la capacidad de absorción.

Para la medición de esta eficiencia se emplean generalmente varios índices, entre los que podemos citar, de azul de metileno, iodo, fenol, molasas, que son aplicables para casos generales o específicos.

Sin embargo es evidente que la mejor comparación es la que se realiza con el mismo material que se desea eliminar por adsorción.

Por este motivo hemos decidido estudiar la eficiencia de varios carbones activados de producción nacional para la eliminación de la materia orgánica del río Paraná de las Palmas en Atucha, así como la combinación de este procedimiento con la coagulación. Se incluyó en este estudio un carbón de origen importado a efectos comparativos (BDH).

El método más empleado para la comparación de eficiencias de carbones activados consiste en la determinación de isotermas de adsorción frente al material que se desea eliminar. Los resultados así obtenidos son de aplicación directa cuando se usa el sistema de tratamiento discontinuo, y proporcionan información preliminar para la estimación de la eficiencia en el sistema de columnas.

2.- PARTE EXPERIMENTAL.

2.1) Materiales:

Se emplearon los siguientes carbones, que incluyen la totalidad de los producidos por las dos fábricas que de acuerdo a las averiguaciones realizadas, son las únicas que producen carbón activado en el país.

<u>Molinos Pampero</u>	<u>FACA S.A.</u>	<u>BDH</u>
Carbón vegetal	OOGLTG	Carbón activado
Carbón animal	OOGLTF	(origen inglés)
Carbón de huesos	OOGT	

2.2) Método de determinación de materia orgánica:

Se empleó el método descripto en el Informe PQ-Q-FQ- 28 tomándose el valor medio obtenido para longitudes de onda entre 290 y 240 nm. Los resultados se expresan en unidades de demanda química de oxígeno (DQO).

2.3) Isotermas de adsorción:

Cantidades crecientes de carbón, molidas a malla 100, fueron puestas en contacto con 200 ml de agua durante una hora agitando con agitador magnético, luego filtradas por membranas filtrantes de 0,45 micrones de poro, determinándose luego la concentración residual de materia orgánica. El tiempo de una hora para alcanzar el equilibrio fué determinado en una experiencia previa sacando muestras cada 10 minutos.

Las primeras experiencias mostraron una gran dispersión de resultados debido al mojado deficiente del carbón; luego de varios ensayos se optó por el siguiente procedimiento: al carbón pesado en el vaso en el cual se realiza la experiencia se agregaron unas pocas gotas del agua a ensayar y con la ayuda de una varilla de vidrio se formó una pasta floja, se colocó durante 5 minutos en un baño de agua hirviendo, se dejó enfriar y se agregó el agua restante.

Las experiencias se realizaron a una temperatura de 20 ± 2 °C y al pH natural del agua, generalmente entre 7 y 7,5. El agua empleada contenía una cantidad de materia orgánica equivalente a 10 ± 1 ppm expresadas como DQO.

En las pruebas que incluyeron ensayos de coagulación se agregaron cantidades variables de sulfato de aluminio; luego de cinco minutos de agitado y quince de reposo se procedió a la filtración.

3.- MODELO DE ADSORCION.

El modelo de Freunlich es el que mas se adapta a la adsorción de materia orgánica en agua, se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{x}{m} = k c^{1/n}$$

donde:

x = cantidad de adsorbato adsorbido.

m = peso del carbón.

$\frac{x}{m}$ = concentración en la fase adsorbida.

c = concentración de adsorbato en la solución luego de la adsorción.

k y n = constantes.

tomando logaritmos:

$$\log. \frac{x}{m} = \log. k + 1/n \log. c$$

Esta es la ecuación de una línea recta de pendiente $1/n$ e intersección $\log. k$ cuando $c = 1$.

El valor de la intersección da una idea de la capacidad de adsorción y la pendiente de su intensidad. Las concentraciones pueden expresarse en cualquier unidad o en forma porcentual como aquí hemos hecho.

4.- RESULTADOS.

En las figuras 1 y 2 están representadas las isothermas obtenidas y en la Tabla I los valores de las constantes $\log. k$ y $1/n$ halladas por el método de cuadrados mínimos.

Partiendo de estos datos, se han calculado las cantidades de carbón necesarias, para lograr disminuciones hasta los porcentuales de concentración residual de materia orgánica que figuran en la Tabla II. Considerando la desviación estandar con que han sido determinadas las isothermas de adsorción, estas cantidades son calculadas $\pm 10\%$, como límite de confianza para una probabilidad del 95%.

De la observación de esta Tabla II surge la gran diferencia en cuanto a la capacidad de adsorción de materia orgánica que presentan los distintos tipos de carbón. Debido a que las isothermas de adsorción no son paralelas, la relación de cantidades de carbón necesarias varía con la concentración residual requerida. Si se compara al más eficiente (OOGLTG) con el menos eficiente (carbón de huesos) esta relación varía entre 13 veces (50%) a 93 veces (1%) más.

En la Tabla III figuran los resultados obtenidos combinando el empleo del carbón OOGLTG, el más efectivo de ellos, y la coagulación. Como puede observarse la coagulación produce una reducción adicional de la concentración de materia orgánica, que permite emplear cantidades menores de carbón para obtener una determinada concentración final. Los valores indicados como 0 (cero) en esta Tabla corresponden a absorciones no diferenciables del blanco en el rango de 240-320 nm.

Se consideró que no se justifica un estudio más detallado de la interacción de estos dos tratamientos, ya que solamente son válidos para el agua que fuese empleada en esas experiencias, debido a que la dosis de coagulante a emplearse depende del contenido de material en suspensión, y de la alcalinidad que presente cada muestra en particular.

El carbón activado cuya isoterma no figura en los Gráficos y Tabla I (carbón vegetal de Molinos Pampero) produce en vez de reducción de materia orgánica un aumento de ella. Este resultado, es decir un incremento de la absorción de todo el espectro ultravioleta, fué verificado durante la realización de otro trabajo, en el cual se trató de obtener materia orgánica del río Paraná de las Palmas, dejando sumergido en la corriente una cantidad de este carbón contenido en un filtro metálico durante varias semanas, para luego proceder a su extracción con cloroformo y alcohol etílico. Cuando se realizó un ensayo en blanco, es decir con carbón que no había sido expuesto al agua se obtuvo una cantidad de materia orgánica del orden del 10% mayor.

5.- CONCLUSIONES.

- 1) Los diferentes carbones activados producidos en el país presentan una muy diversa eficiencia en lo que se refiere a su capacidad de adsorción de materia orgánica, llegando inclusive al caso extremo que su empleo sea contraproducente.
- 2) Algunos de ellos presentan una gran eficiencia siendo comparables a carbones importados.
- 3) Si el tratamiento se realiza previamente a la coagulación, este último proceso, produce una disminución adicional en la concentración de materia orgánica que permite reducir la dosis de carbón.

TABLA I

Constantes de las isotermas de adsorción.

Carbón	Log. k	1/n	r	Syx
OGLTG	2,080	0,634	0,99	0,028
OGLTF	1,763	0,709	0,99	0,027
BDH	1,797	0,652	0,98	0,030
OOGT	1,355	0,888	0,99	0,030
Carbón animal	0,545	1,053	0,99	0,030
Carbón de huesos	0,109	1,138	0,99	0,011

Log. k = Intersección en ordenadas.

1/n = Pendiente.

r = Coeficiente de correlación.

Syx = Error estandar de estimación de $\underline{y}$ sobre $\underline{x}$.

TABLA II

Cantidad de carbón activado en g/m^3 , para reducir la concentración de materia orgánica a los porcentajes indicados.

Porcentaje de materia orgánica residual	50%	25%	10%	5%	1%
OOGLTG	35	80	170	280	820
OOGLTF	55	130	300	520	1700
BDH	60	150	320	530	1600
OOGT	70	190	510	1000	4400
Carbón animal	230	720	2300	5000	28000
Carbón de huesos	450	1500	5000	12000	77000

TABLA III

Porcentajes de materia orgánica residual luego de tratamiento con carbón activado seguido de coagulación.

Promedio de cuatro experiencias con aguas obtenidas en diferentes oportunidades.

Carbón OOGLTG g/m ³	Coagulante g/m ³					
		0	30	40	50	60
0		100	39	31	28	27
20		63	24	16	15	10
30		53	19	14	13	9
50		36	12	7	6	4
100		20	5	2	2	1
140		15	2	0	0	0

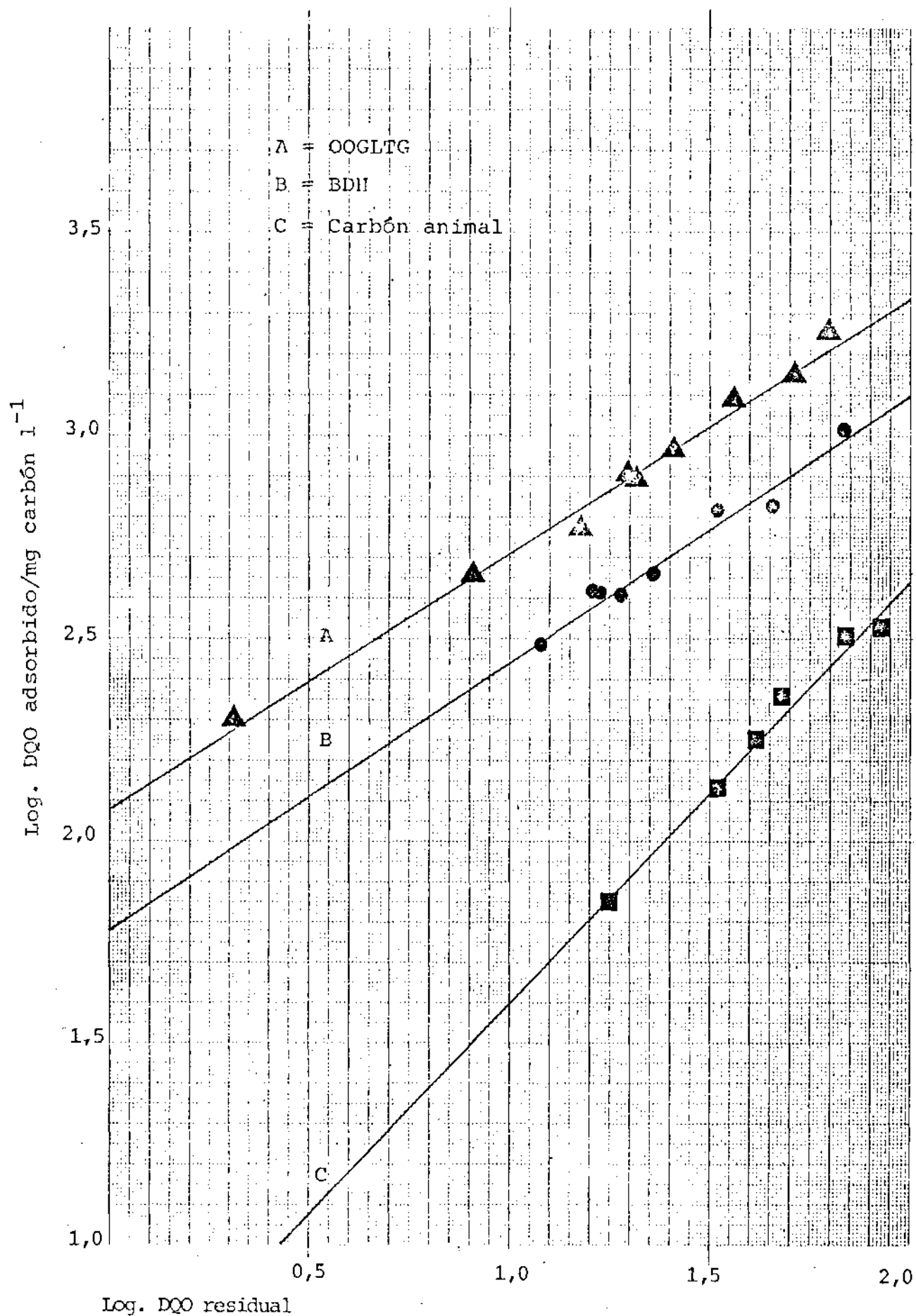


FIGURA 1
Isotermas de adsorción

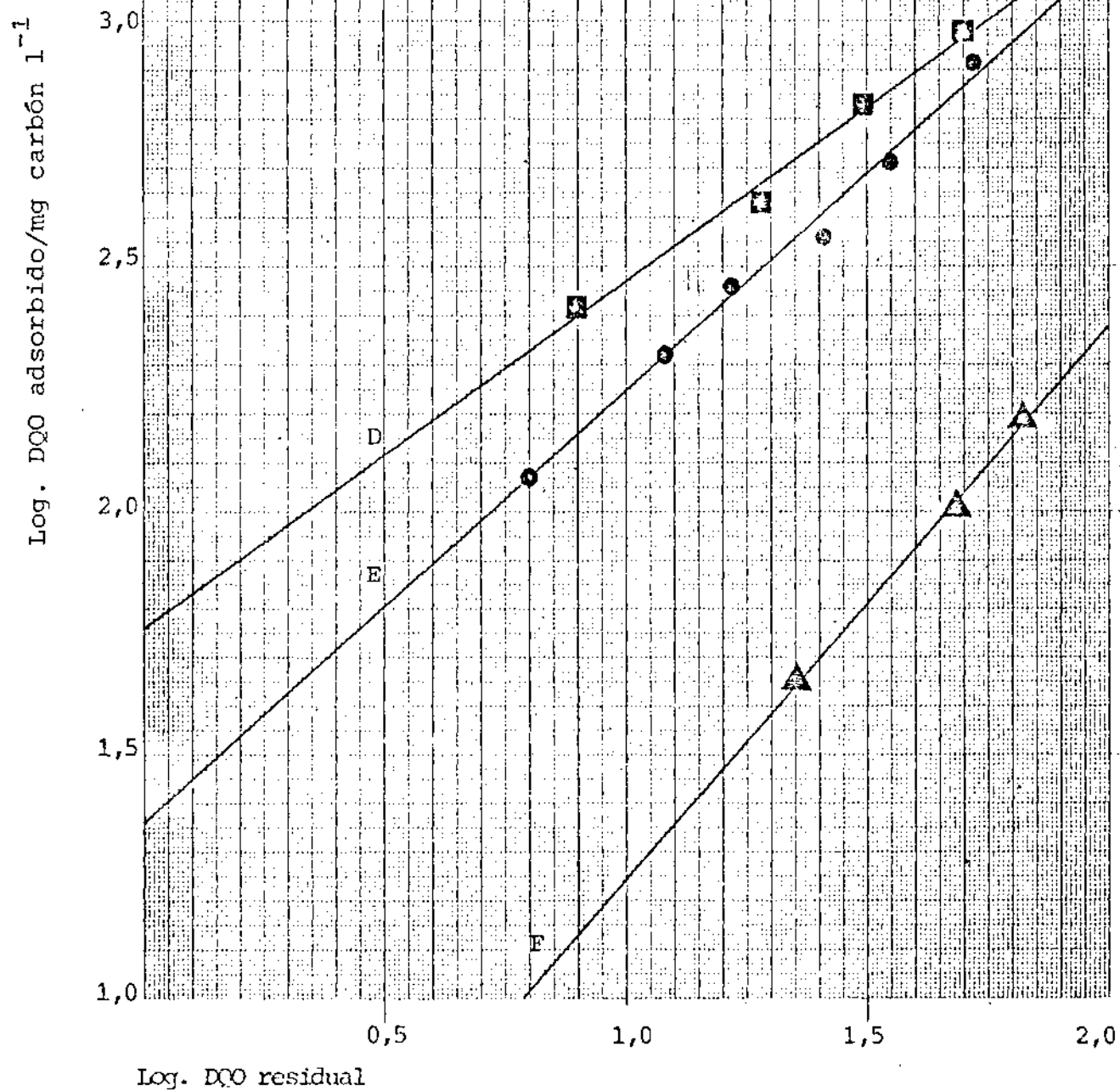


FIGURA 2

Isotermas de adsorción